

**KAPASITAS LENTUR LANTAI GRID
DENGAN MENGGUNAKAN TULANGAN *WIRE MESH***

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S- 1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Fahcrudin Setiawan
NIM : D 100 020 102
NIRM : 02 6 106 03010 50102**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

**Naskah Publikasi Ilmiah
Tugas Akhir**

KAPASITAS LENTUR LANTAI GRID DENGAN MENGGUNAKAN TULANGAN *WIRE MESH*

diajukan oleh :

**Fahcrudin Setiawan
NIM : D 100 020 102
NIRM : 02 6 106 03010 50102**

Naskah publikasi ilmiah ini di setujui dan layak untuk dipublikasikan
untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Surakarta, 24 Juli 2013

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T.

NIP : 131 683 033

KAPASITAS LENTUR LANTAI GRID DENGAN MENGGUNAKAN TULANGAN *WIRE MESH*

Faherudin Setiawan

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jln. A. Yani Pabelan Kartasura, Tromol Pos 1 Surakarta 57102
Telp. (0271) 717417 - 719483

ABSTRAK

Pelat lantai merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan umumnya mempunyai ketebalan yang ukurannya relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga sifat kaku dari pelat sangat kurang. Kekakuan ini akan mengakibatkan lendutan yang besar. Lendutan yang besar ini dapat dicegah dengan memanfaatkan sistem kisi-kisi (*grid structure*) yang secara umum dikenal dengan struktur grid. Struktur grid ini menggunakan bahan dari konstruksi beton bertulang dengan ketebalan pelat yang tipis dan memakai tulangan yang lebih hemat. Tulangan yang digunakan kawat baja las (*wire mesh*) dengan diameter 5,2 mm dan jarak spasi 150 mm. Tulangan baja jenis ini mempunyai kuat tarik yang relatif tinggi, bentuknya yang seperti jala memudahkan untuk dipasang, harganya relatif murah dan ringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas lentur, untuk mengetahui beban hidup dan untuk mengetahui besarnya lendutan pada ketiga pelat lantai beton grid dengan tulangan *wire mesh*. Ukuran dimensi untuk benda uji silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 benda uji, sedangkan untuk benda uji pelat beton normal berukuran 100 x 50 x 8 cm³, pelat beton grid A berukuran 100 x 50 x 8 cm³ (tebal/lebar balok grid = 3 cm), pelat beton grid B berukuran 100 x 50 x 8 cm³ (tebal/lebar balok grid = 4 cm), dan pelat beton grid C 100 x 50 x 8 cm³ (tebal/lebar balok grid = 5 cm). *Mix design* menggunakan metode SK SNI T-15-1990-03 dengan fas 0,5. Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah total ada 12 benda uji. Pengujian dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari. Momen kapasitas lentur rata – rata pengujian laboratorium pada pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 3,845 kNm ; 3,662 kNm ; 3,892 kNm ; 3,826 kNm. Momen kapasitas lentur rata – rata analisis teoritis pada pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 2,956 kNm ; 2,331 kNm ; 2,339 kNm ; 2,345 kNm. Persentase selisih momen kapasitas lentur hasil uji laboratorium dan analisis untuk pelat beton dengan variasi pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 23,06% ; 21,38% ; 25,88% ; 24,26%. Beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) rata - rata pelat beton dengan variasi pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut – turut adalah 20,7 kN/m² ; 19,9 kN/m² ; 21,2 kN/m² ; 20,7 kN/m². Hasil beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) lebih besar dari beban hidup maksimal untuk bangunan kantor ($q_{L,teoritis} = 2,5 \text{ kN/m}^2$). Persentase selisih lendutan maksimum rata – rata hasil uji laboratorium dan analisis untuk pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 93,07% ; 88,49% ; 90,61% ; 87,55%. Nilai dari perbandingan beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) pelat grid yang lebih besar dari beban hidup maksimal teoritis ($q_{L,teoritis}$) menandakan pelat grid dengan tulangan kawat baja las (*wire mesh*) diameter 5,2 mm dapat direkomendasikan sebagai alternatif untuk pelat lantai beton.

Kata kunci: *kapasitas lentur, lantai grid, wire mesh.*

PENDAHULUAN

Pelat merupakan salah satu elemen struktur bangunan yang cukup penting, selain balok dan kolom.

Pelat lantai umumnya mempunyai ketebalan yang ukurannya relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga sifat kaku dari pelat sangat kurang. Kekakuan yang sangat kurang ini akan mengakibatkan lendutan yang sangat besar (Puspantoro, 1993). Lendutan yang besar ini dapat dicegah dengan berbagai alternatif teknis untuk memberikan kekakuan dan menambah kekuatan pada pelat lantai, salah satunya dengan memanfaatkan bentuk atau sistem kisi - kisi (*wafer, grid structure*) yang secara umum dikenal dengan istilah struktur grid.

Struktur grid ini sudah banyak digunakan pada gedung - gedung di Indonesia. Struktur ini dipakai pada bentangan besar dan mempunyai sifat utama dapat mendistribusikan beban pada kedua arah secara seimbang. Struktur ini juga dapat mendukung sistem perancangan arsitektur yang menghendaki variasi bentuk pelat. Umumnya struktur grid ini menggunakan bahan dari konstruksi beton bertulang dengan ketebalan pelat yang tipis dan memakai tulangan yang lebih hemat.

Selain pelat beton bertulang yang menggunakan tulangan konvensional, ada juga pelat beton yang menggunakan tulangan *wire mesh*. Pada penganyaman tulangan *wire mesh* tidak menggunakan bindrat tetapi pada tulangan ini sudah di las menggunakan las listrik, sehingga lebih efisien. Tulangan baja ini bentuknya yang seperti jala memudahkan untuk dipasang, harganya relatif murah dan ringan.

Berdasarkan pertimbangan di atas, perlu diadakan penelitian dengan membuat pelat beton dengan sistem grid yang tipis, ringan dengan ketebalan 80 mm. Pelat lantai beton ini akan menggunakan baja tulangan yang berupa kawat baja las (*wire mesh*) dengan diameter 5,2 mm dengan jarak spasi 150 mm.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kapasitas lentur yang terjadi pada ketiga bentuk variasi pelat lantai beton grid dengan tulangan *wire mesh*, untuk mengetahui seberapa besar beban hidup yang terjadi pada ketiga pelat lantai beton grid dengan tulangan *wire mesh* dan untuk mengetahui seberapa besar lendutan yang terjadi pada ketiga pelat lantai beton grid dengan tulangan *wire mesh*.

Batasan Masalah

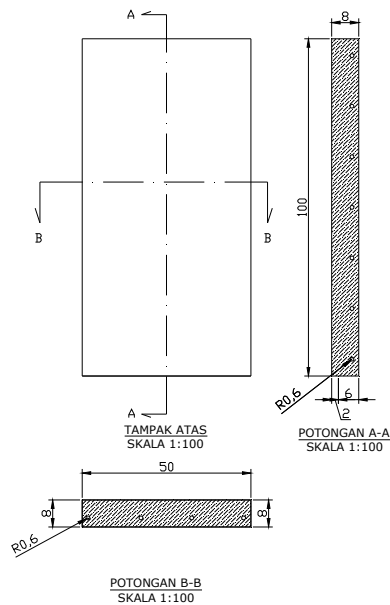
Batasan masalah dalam penelitian ini adalah : (i) semen yang digunakan adalah semen portland tipe I dengan merek Gresik, (ii) agregat, pasir berasal dari Klaten, batu pecah berasal dari Wonogiri, (iii) air yang digunakan dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, (iv) perencanaan adukan beton menggunakan metode SK SNI T-15-1990-03 dengan fas 0,5 dan kuat tekan beton (f_c') direncanakan 20 MPa, (v) baja tulangan menggunakan tulangan *wire mesh* berbentuk jala dengan diameter kawat baja 5,2 mm dengan jarak spasi 150 mm, (vi) pengujian kuat tekan silinder beton dan kuat lentur pelat lantai beton grid dilakukan pada umur 28 hari, (vii) hasil pengujian kuat tarik putus *wire mesh* adalah 603,706 N/mm² (Endarto, 2008), (viii) rincian dan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 1., dan gambar benda uji pelat dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Rincian dan jumlah benda uji

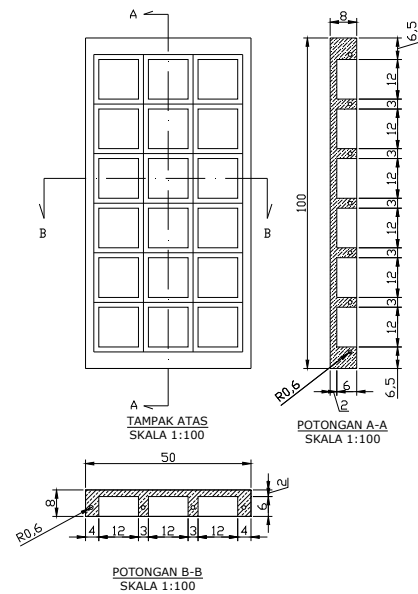
Benda uji	Kode	Ukuran benda uji	Jumlah	Jenis pengujian
Silinder Beton	SB	Silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm	3	Kuat tekan
Pelat Normal	PN	100 x 50 x 8 cm ³	3	Kuat lentur
Pelat Grid A	PGA	100 x 50 x 8 cm ³ (tebal / lebar balok grid = 3 cm)	3	Kuat lentur

Tabel 1. (lanjutan)

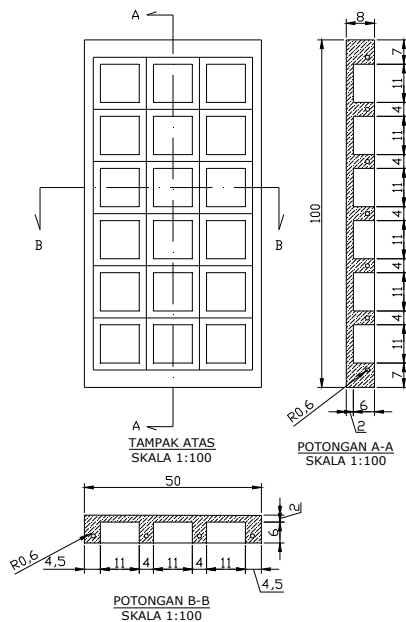
Benda uji	Kode	Ukuran benda uji	Jumlah	Jenis pengujian
Pelat Grid B	PGB	100 x 50 x 8 cm ³ (tebal / lebar balok grid = 4 cm)	3	Kuat lentur
Pelat Grid C	PGC	100 x 50 x 8 cm ³ (tebal / lebar balok grid = 5 cm)	3	Kuat lentur



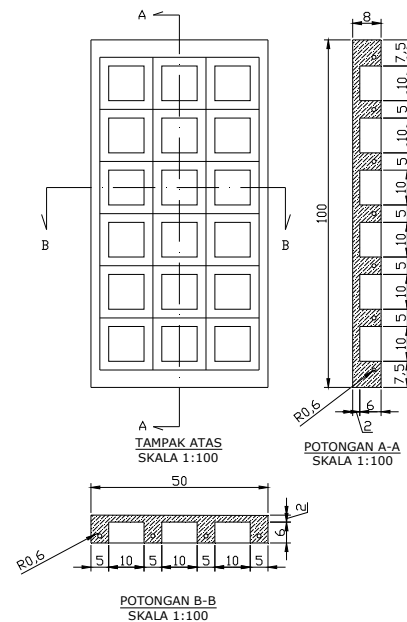
a). Pelat normal



b). Pelat grid A



c). Pelat grid B



d). Pelat grid C

Gambar 1. Benda uji pelat lantai beton

TINJAUAN PUSTAKA

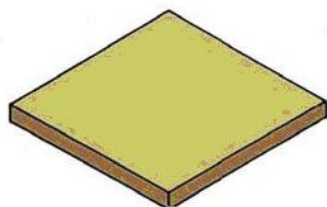
Pelat adalah struktur kaku yang secara khas terbuat dari material *monolit* yang tingginya relatif kecil dibandingkan dengan dimensi - dimensi lainnya.

Struktur grid salah satu analogi struktur pelat yang merupakan struktur bidang, secara khas terdiri dari elemen-elemen linier kaku panjang seperti balok atau rangka batang, dimana batang-batang tepi atas dan bawah terletak sejajar dengan titik hubung bersifat kaku (Schodek, 1999). Beberapa skema bentuk struktur pelat dan grid seperti pada Gambar 2.

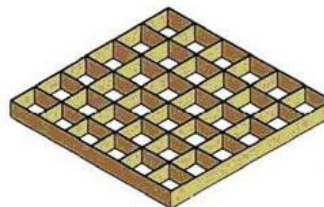
Beton merupakan bahan bangunan yang dihasilkan dari campuran antara semen

portland, pasir, batu pecah dan air. Beton yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : kuat tekan tinggi, kuat tarik tinggi, rapat air, tahan ausan, tahan cuaca (panas-dingin) sinar matahari, tahan terhadap zat - zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil, elastisitasnya (modulus elastis) tinggi (Tjokrodinuljo, 1996).

Kawat baja las (*wire mesh*) ini digunakan sebagai tulangan. Batang kawat dibuat dari baja billet (PT Krakatau Steel dalam Endarto, 2008). Untuk menghasilkan kawat baja las (*wire mesh*), dipergunakan kawat baja mutu U-50 dengan tegangan leleh 5.000 kg/cm², yang kemudian dilas dengan presisi tinggi



a). Struktur pelat



b). Struktur grid

Gambar 2. Struktur Pelat dan Grid (Schodek, 1999)

LANDASAN TEORI

Pada prinsipnya, sistem perencanaan tulangan pelat dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu : perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah dan perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah (Asroni, 2000).

Pelat lantai beton dibuat dengan agregat normal adalah beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi 2200 - 2500 kg/m³ (Mulyono, 2003).

$$\text{Berat jenis beton } (\gamma_c) = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (1)$$

dengan γ_c adalah berat jenis beton (gram/cm³), W adalah berat benda uji (gram), V adalah volume pelat beton (cm³)

Besarnya kuat tekan beton untuk benda uji silinder digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan beton } (f'_c) = \frac{P_{\text{maks}}}{A} \dots\dots\dots (2)$$

dengan f'_c adalah kuat tekan beton (MPa), P adalah beban tekan maksimum (N), A adalah luas permukaan benda uji yang tertekan (mm²).

Kapasitas Lentur Pelat Beton

Kuat lentur suatu pelat beton karena berlangsungnya mekanisme tegangan - tegangan dalam yang timbul di dalam pelat yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam, yang membentuk kopel momen dalam yang nilai maksimumnya disebut kapasitas lentur momen dalam penampang komponen struktur terlentur. Momen dalam inilah yang akan menahan atau memikul momen aktual yang ditimbulkan beban luar.

1. Tinjauan kapasitas lentur berdasarkan pengujian

Pada pengujian kuat lentur diperhitungkan 2 jenis beban, yaitu beban terpusat P (oleh benda uji) dan beban terbagi merata q (oleh berat sendiri pelat beton

bertulang). Dari Gambar 3. benda uji berupa pelat beton dilakukan pengujian kuat lentur. Nilai tekan retak (P) diperoleh dari pembacaan *load gauge* sedangkan lendutan (Z) dibaca menggunakan alat *dial gauge*.

Momen lentur maksimum dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{4} \cdot P \cdot L + \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \quad \text{..... (3)}$$

dengan M_{maks} adalah momen maksimum lentur (Nmm), P adalah beban terpusat maksimum (N), q adalah berat sendiri pelat beton per satuan panjang (N/mm) dan L adalah panjang bentang (mm).

2. Tinjauan kapasitas lentur berdasarkan analisis teoritis

2a). *Pelat beton normal.* Momen kapasitas lentur dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1). Dihitung nilai a

$$a = \frac{A_s \cdot f_{\text{kap}}}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad \text{..... (4)}$$

2). Dihitung nilai Z

$$Z = d - \frac{a}{2} \quad \text{..... (5)}$$

3). Dihitung momen kapasitas lentur (M_{kap})

$$M_{\text{kap}} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot Z \quad \text{..... (6)}$$

2b). *Pelat beton grid.* Hitungan momen kapasitas lentur pelat beton grid dilakukan dengan cara perhitungan balok “T”. Proses perencanaan balok T diawali dengan menganggap balok T tersebut sebagai balok penuh (balok persegi dengan lebar b_e), kemudian dicari letak garis netral pada penampang balok. Gaya dalam yang terjadi pada pengujian pelat beton grid dilukiskan seperti pada Gambar 4.

Hitungan momen kapasitas lentur dihitung dengan langkah berikut :

1). Dihitung lebar efektif (b_e) balok T. Untuk menghitung nilai b_e lihat Gambar 5.

(a). Balok T dengan sayap pada kedua sisi

$$b_e \leq \frac{1}{4} \cdot \lambda \quad \text{..... (7a)}$$

$$b_e \leq 16 \cdot h_f + b \quad \text{..... (7b)}$$

$$b_e \leq \lambda_n + b \quad \text{..... (7c)}$$

Dipilih b_e yang terkecil.

(b). Balok T dengan sayap pada satu sisi

$$b_e \leq \frac{1}{12} \cdot \lambda + b \quad \text{..... (8a)}$$

$$b_e \leq 6 \cdot h_f + b \quad \text{..... (8b)}$$

$$b_e \leq \frac{1}{2} \cdot \lambda_n + b \quad \text{..... (8c)}$$

Dipilih b_e yang terkecil.

2). Dihitung tinggi blok tegangan beton tekan persegi equivalen (a)

$$a = \frac{A_s \cdot f_{\text{kap}}}{0,85 \cdot f_c' \cdot b_e} \quad \text{..... (9)}$$

Jika $a < \beta_1 \cdot h_f$: maka beton tekan berada di sayap (disebut balok T palsu), dihitung sebagai balok persegi panjang dengan lebar balok = b_e (lihat langkah 3).

Jika $a > \beta_1 \cdot h_f$: maka balok tekan berada di badan (disebut balok T asli), dihitung sebagai balok T, mula-mula dihitung luas sayap = A_f (lihat langkah 4).

3). Untuk $a < \beta_1 \cdot h_f$, hitungan dilanjutkan sebagai berikut :

(a). Dihitung rasio tulangan (ρ_1)

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_e \cdot d} \quad \text{..... (10a)}$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{(600 + f_y) \cdot f_y} \times 100\% \quad \text{..... (10b)}$$

,dengan $\beta_1 = 0,85$

syarat : ρ_1 harus $\leq \rho_{\text{maks}}$

(b). Dikontrol : semua tulangan tarik harus sudah leleh ($a \leq a_{\text{maks,leleh}}$)

$$a_{\text{maks,leleh}} = \frac{600 \cdot \beta_1 \cdot d_d}{600 + f_y} \quad \text{..... (11)}$$

Jika $a > a_{\text{maks,leleh}}$, maka ukuran pelat kurang besar.

(c). Dihitung momen kapasitas pelat (M_{kap})

$$M_{\text{kap}} = A_s \cdot f_{\text{kap}} \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{..... (12)}$$

4). Untuk $a > \beta_1 \cdot h_f$, hitungan dilanjutkan sebagai berikut :

- (a). Dihitung luas transformasi sayap (A_f) dan momen kapasitas sayap (M_{kf})

$$A_f = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot h_f \cdot (b_e - b)}{f_{kap}} \dots\dots (13a)$$

$$M_{kf} = A_f \cdot f_{kap} \cdot (d - h_f/2) \dots\dots (13b)$$

- (b). Dihitung rasio tulangan (ρ_1), dengan syarat ρ_1 harus $\leq \rho_{maks}$

$$\rho_1 = \frac{A_s - A_f}{b_e \cdot d} \dots\dots (14a)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{(600 + f_y) \cdot f_y} \times 100\% \dots\dots (14b)$$

Jika $\rho_1 > \rho_{maks}$, maka ukuran pelat kurang besar.

- (c). Dihitung tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen a dengan syarat : $a \leq a_{maks,leleh}$

$$a = \frac{(A_s - A_f) \cdot f_{kap}}{b \cdot d} \dots\dots (15a)$$

$$a_{maks,leleh} = \frac{600 \cdot \beta_1 \cdot d_d}{600 + f_y} \dots\dots (15b)$$

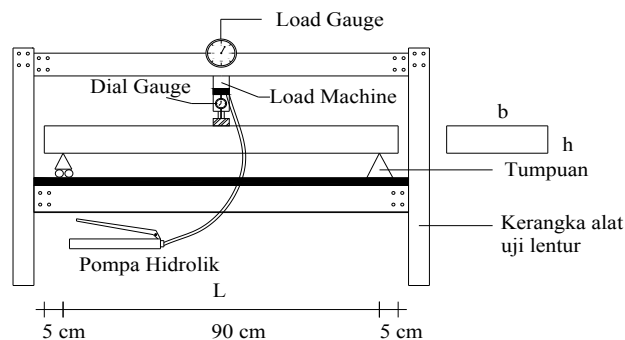
Jika $a > a_{maks,leleh}$, maka ukuran pelat kurang besar.

- (d). Dihitung momen kapasitas lentur pelat (M_{kap})

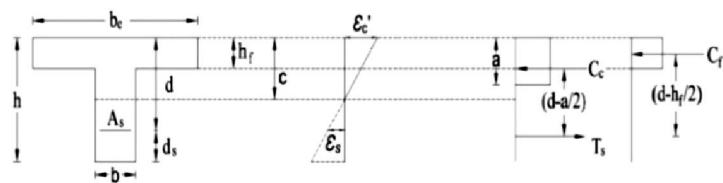
$$M_{kc} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) \dots\dots (16a)$$

$$M_{kf} = A_f \cdot f_{kap} \cdot (d - h_f/2) \dots\dots (16b)$$

$$M_{kap} = M_{kc} + M_{kf} \dots\dots (16c)$$

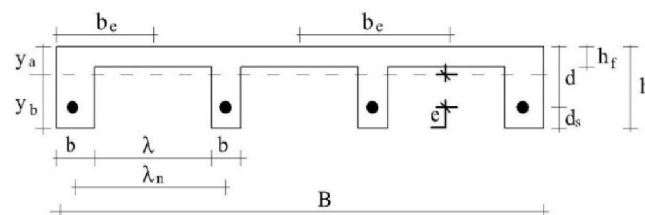


Gambar 3. Skema pengujian kuat lentur pelat beton



(a). Penampang balok T (b). Diagram regangan (c). Diagram tegangan

Gambar 4. Diagram regangan-tegangan balok T bertulang tunggal



Gambar 5. Potongan penampang pelat grid untuk perhitungan b_e balok T

Lendutan Maksimum

1. Tinjauan lendutan maksimum berdasarkan pengujian

Lendutan maksimum dihitung berdasarkan data-data hasil pengujian dan pengukuran di lapangan.

2. Tinjauan lendutan maksimum berdasarkan analisis teoritis

Besarnya lendutan maksimum dihitung berdasarkan langkah berikut :

a). Dihitung nilai n , A_g dan A_t

$$n = \frac{E_s}{E_c} \dots\dots\dots (17a)$$

$$A_g = b \cdot h \dots\dots\dots (17b)$$

$$A_t = A_g + (n-1) \cdot A_s \dots\dots\dots (17c)$$

b). Σ momen terhadap tepi atas = 0, diperoleh

y_b , y_a , dan e :

$$y_a = \frac{A_g \cdot \frac{1}{2} \cdot h + (n-1) \cdot A_s \cdot d}{A_t} \dots\dots (18a)$$

$$y_b = h - y_a \dots\dots\dots (18b)$$

$$e = y_b - d_s \dots\dots\dots (18c)$$

c). Dihitung momen inersia transformasi pelat:

1). Momen inersia transformasi untuk penampang pelat normal. Gambar

penampang pelat normal dapat dilihat pada Gambar 6.

$$I_t = \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) + A_g \cdot (y_a - \frac{1}{2} \cdot h)^2 + (n-1) \cdot A_s \cdot e^2 \dots\dots\dots (19a)$$

2). Momen inersia transformasi untuk penampang pelat grid. Detail penampang pelat normal dapat dilihat pada Gambar 7.

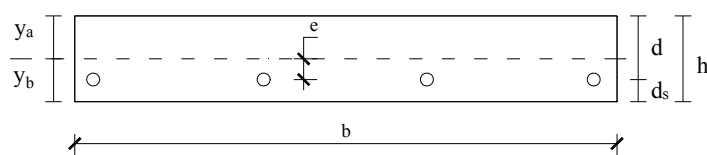
$$I_t = 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b_1 \cdot h_1^3 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b_2 \cdot h_1^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot b_3 \cdot h_2^3 \right) + A_{g1} \cdot (y_a - \frac{1}{2} \cdot h_1)^2 + A_{g2} \cdot (y_a - \frac{1}{2} \cdot h_1)^2 + A_{g3} \cdot (y_a - ((h_2/2) + h_1))^2 + (n-1) \cdot A_s \cdot e^2 \dots\dots\dots (19b)$$

d). Lendutan yang terjadi pada tengah bentang :

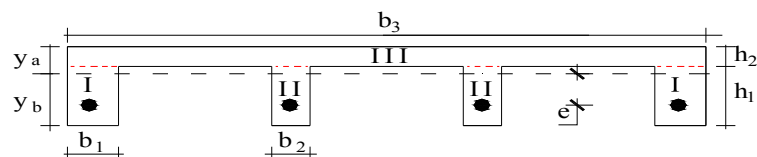
$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \dots\dots\dots (20a)$$

$$Z = \frac{5}{384} q_U \frac{L^4}{E_c \cdot I_t} + \frac{1}{48} P \frac{L^3}{E_c \cdot I_t} \dots\dots (20b)$$

dengan Z adalah lendutan (mm), q_U adalah beban perlu (N/mm), q_D adalah beban mati pelat beton (N/mm), q_L adalah beban hidup minimum untuk bangunan kantor sebesar 2,5 kN/m², P adalah beban terpusat maksimum (N).



Gambar 6. Potongan penampang pelat normal



Gambar 7. Potongan penampang pelat beton grid

METODE PENELITIAN

Tahap Penelitian

Tahapan dibagi menjadi 5 tahap yaitu :

1. Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan
2. Tahap II : Pemeriksaan bahan
3. Tahap III : Perencanaan campuran dan pembuatan benda uji

4. Tahap IV : Pengujian benda uji
5. Tahap V : Analisis dan pembahasan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Bahan

1. Pengujian agregat halus (pasir)

1a). Kandungan bahan organik. Hasil pemeriksaan bahan organik pada pasir adalah kuning kecoklatan, dan menurut *Hellige Tester* sesuai dengan nomor 11 (kuning kecoklatan). Hal ini menunjukkan bahwa pasir memiliki kandungan zat organik yang sangat sedikit, sehingga pasir dapat digunakan sebagai campuran beton.

1b). Kadar lumpur pada pasir. Kadar lumpur pada pasir diperoleh 2,04 % dari pasir, sehingga tampak bahwa pasir mempunyai kadar lumpur kurang dari 5% dan memenuhi persyaratan sebagai campuran beton (SK SNI S-04-1989 F).

1c). Saturated Surface Dry. Pada pengujian ini diperoleh penurunan pasir rata-rata sebesar 3,63 cm berarti mendekati setengah tinggi kerucut (3,5 cm), pasir telah mencapai kondisi SSD sehingga tidak perlu diangin-anginkan.

1d). Specific gravity dan absorpsi pasir. Nilai serapan air sebesar 2,041 %, sehingga pasir telah memenuhi persyaratan karena memiliki nilai *absorpsi* < 5% (SNI 1970:2008). Untuk pemeriksaan berat jenis diperoleh hasil sebesar 2,632 gr/cm³, dapat disimpulkan bahwa pasir dalam pengujian termasuk agregat normal karena berat jenisnya berada pada kisaran antara 2,5 – 2,7 gr/cm³ (SNI-T-15-1990-03).

1e). Gradasi pasir. Diperoleh modulus halus butir sebesar 3,04. Menurut SK SNI S-04-1989 F, modulus halus butir agregat halus antara 1,5 sampai 3,8 sehingga agregat halus (pasir) telah memenuhi syarat mutu untuk campuran beton.

2. Pengujian agregat kasar (kerikil)

2a). Specific gravity dan absorpsi agregat kasar (kerikil). Diperoleh besar nilai berat jenis 2,603 gr/cm³ dalam kondisi SSD berarti agregat kasar memenuhi syarat sebagai agregat normal karena berat jenisnya berada

pada kisaran antara 2,5 – 2,7 gr/cm³ (SNI-T-15-1990-03). Penyerapan air sebesar 3,061 %, sehingga kerikil memenuhi persyaratan karena memiliki nilai *absorpsi* > 5 % (SNI 1969:2008).

2b). Gradasi agregat kasar (kerikil). Diperoleh modulus halus butir 6,69. Menurut SK SNI S-04-1989 F, modulus halus butir untuk agregat kasar yang digunakan sebagai campuran beton yaitu 6 – 7,10 sehingga agregat telah memenuhi syarat mutu untuk campuran beton.

2c). Pengujian keausan agregat kasar (kerikil). Hasil pengujian keausan batu pecah dari Wonogiri 26,4 %. Menurut SK SNI S-04-1989 F, keausan agregat kasar tidak boleh lebih dari 40 % untuk kekuatan beton di atas 20 MPa, sehingga agregat telah memenuhi syarat mutu untuk campuran beton.

Pengujian Slump

Dari pengujian *slump* diperoleh rata-rata nilai *slump* pelat beton diantara 7,5 – 15 cm sehingga nilai *slump* telah memenuhi syarat pekerjaan pelat beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Pengujian Berat Jenis Beton

Data hasil pengujian, diperoleh berat jenis rata-rata untuk silinder beton yaitu 2,308 gram/cm³, dan pelat beton dengan variasi pelat normal, pelat grid A; pelat grid B; pelat grid C berturut – turut adalah yaitu 2,348 gram/cm³; 2,524 gram/cm³; 2,365 gram/cm³; 2,571 gram/cm³.

Kuat Tekan Beton

Diperoleh nilai kuat tekan (f_c') rata-rata silinder beton sebesar 25,559 MPa. Nilai kuat tekan (f_c') rencana dengan kuat tekan hasil benda uji silinder beton berbeda dipengaruhi faktor cara pengerjaan yaitu saat pengadukan campuran beton maupun pemadatan dalam cetakan silinder.

Kapasitas Lentur Pelat Beton

1. Hasil pengujian

Pengujian kuat lentur pelat beton dilakukan setelah benda uji pelat beton berumur 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Gambar pengujian kuat lentur pelat dapat dilihat pada Gambar 8.

Dari Tabel 2. di bawah hasil pengujian kuat lentur rata - rata pelat normal diperoleh momen maksimum lentur rata - rata yaitu 3,845 kNm. Untuk momen maksimum lentur rata - rata pelat beton hasil pengujian dengan variasi pelat grid A; pelat grid B; pelat grid C berturut – turut adalah 3,662 kNm ; 3,892 kNm; 3,826 kNm.

2. Hasil analisis teoritis

2a). Hasil analisis teoritis pelat beton normal. Hasil analisis teoritis momen kapasitas lentur pelat beton normal dapat dilihat pada Tabel 3.

2b). Hasil analisis teoritis pelat beton grid. Analisis teoritis dengan cara perhitungan balok “T”. Hasil analisis teoritis momen kapasitas lentur pelat beton dengan benda uji pelat beton grid A; pelat beton grid B; pelat beton grid C dapat dilihat pada Tabel 4.

3. Selisih hasil pengujian dan analisis

Berdasar hasil pengujian dan hasil analisis teoritis di atas terdapat perbedaan selisih nilai momen kapasitas lentur pelat beton di antara keduanya, maka dari itu perlu dicari selisih nilai dan persentase hasil pengujian dengan hasil analisis teoritisnya. Hasil selisih pengujian dan analisis pelat beton dengan variasi pelat beton normal; pelat beton grid A; pelat beton grid B; pelat beton grid C dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5. di bawah didapat selisih hasil pengujian dan analisis untuk pelat beton dengan variasi pelat normal; pelat grid A; pelat grid B; pelat grid C berturut – turut adalah 23,063 % ; 21,38 % ; 25,88 % ; 24,26 %. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis di atas terdapat perbedaan selisih nilai momen kapasitas lentur pelat diantara keduanya. Momen kapasitas lentur hasil pengujian lebih besar dari pada hasil analisis.

Tabel 2. Perhitungan hasil pengujian laboratorium

Variasi Benda Uji	Pmaks	Lendutan Maksimum (Z)	L	b	t	W	q	Momen maksimum lentur pelat beton $1/4 \cdot P \cdot L + 1/8 \cdot q \cdot L^2$	Momen maksimum lentur rata-rata
							W/1000		
	kN	mm	mm	mm	mm	N	N/mm	kNm	kNm
Pelat Normal	16	8,96	900	500	80	940	0,940	3,695	3,845
	17	7,77				940	0,940	3,920	
	17	8,46				937	0,937	3,920	
Pelat Grid A	17	11,85				611	0,611	3,887	3,662
	15	9,29				623	0,623	3,438	
	16	9,58				617	0,617	3,662	
Pelat Grid B	17	11,69				660	0,660	3,891	3,892
	17	11,43				670	0,670	3,893	
	17	11,75				662	0,662	3,892	
Pelat Grid C	17	7,86				755	0,755	3,901	3,826
	16	7,79				750	0,750	3,676	
	17	7,82				747	0,747	3,901	

Tabel 3. Hasil analisis teoritis momen kapasitas lentur pelat beton normal

Benda uji	Kuat tekan beton (f_c')	Kuat tarik putus baja (f_{kap})	Tinggi efektif (d)	Diameter tulangan (ϕ)	b	Luas tulangan Tarik (A_s)	Tinggi Tegangan Pelat Beton (a)	Panjang lengan (Z)	Momen kapasitas pelat (M_{kap})
	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	kNm
Pelat Normal	25,559	603,706	60	5,2	500	84,949	4,721	57,6	2,956

Tabel 4. Hasil analisis teoritis momen kapasitas lentur pelat beton grid

Variasi Benda Uji	Kuat Tekan Beton (fc')	Kuat Tarik Putus Baja (fkap)	Tinggi efektif (d)	Diameter tulangan (Ø)	Luas tulangan tarik (As)	Lebar pelat efektif (be)	Tinggi Tegangan Pelat Beton (a)	Momen kapasitas lentur tiap bagian (Mkap)	Momen kapasitas lentur pelat (Mkap)
	MPa	MPa	mm	mm	mm²	mm	mm	kNm	kNm
Pelat Grid A	25,559	603,706	60	5,2	21,237	52,5	11,24	0,697	2,872
						125	4,72	0,739	
						125	4,72	0,739	
						52,5	11,24	0,697	
Pelat Grid B						57,5	10,26	0,703	2,885
						125	4,72	0,739	
						125	4,72	0,739	
						57,5	10,26	0,703	
Pelat Grid C						62,5	9,44	0,709	2,895
						125	4,72	0,739	
						125	4,72	0,739	
						62,5	9,44	0,709	

Tabel 5. Selisih momen kapasitas lentur hasil pengujian dan analisis

Variasi Benda Uji	Hasil uji laboratorium (kNm)	Hasil hitungan analisis (kNm)	Selisih hasil (kN.m)	Prosentase selisih (%)	Prosentase selisih rata-rata (%)
Pelat Normal	3,695	2,956	0,74	20,00	23,06
	3,920	2,956	0,96	24,60	
	3,920	2,956	0,96	24,59	
Pelat Grid A	3,887	2,872	1,01	26,10	21,38
	3,438	2,872	0,57	16,45	
	3,662	2,872	0,79	21,57	
Pelat Grid B	3,892	2,885	1,01	25,87	25,88
	3,893	2,885	1,01	25,89	
	3,892	2,885	1,01	25,88	
Pelat Grid C	3,901	2,895	1,01	25,79	24,26
	3,676	2,895	0,78	21,23	
	3,901	2,895	1,01	25,77	

Hasil pengujian momen kapasitas lentur pelat beton berdasarkan hubungan momen kapasitas lentur dengan lendutan dapat dilihat pada Gambar 9.

Dari Gambar 9. di bawah dapat dilihat hubungan momen kapasitas lentur benda uji dengan lendutan pelat beton. Gambar di bawah menunjukkan perbandingan searah

yaitu dengan semakin bertambahnya beban maka lendutan juga semakin bertambah.

Hasil pengujian momen kapasitas lentur pelat beton berdasarkan hubungan beban terpusat (P) dengan lendutan rata – rata (Z) dapat dilihat pada Gambar 10.

Dari Gambar 10. di bawah dapat dilihat hubungan beban terpusat (P) benda uji dengan

lendutan rata – rata. Gambar di bawah menunjukkan perbandingan searah yaitu, dengan semakin bertambahnya beban maka lendutan juga akan semakin bertambah, sampai beban yang terjadi pada pelat beton tidak mau bertambah lagi. Ini menandakan bahwa beban yang terjadi pada pelat beton telah maksimum dan lendutan yang terjadi juga telah maksimum pada benda uji pelat beton. Benda uji pelat beton tidak sampai patah hanya melengkung dan retak dibagian bawah pelat karena ditahan oleh tulangan baja yang menambah kekuatan lentur dari pelat beton tersebut.

Perhitungan Beban Hidup Maksimal

Perhitungan beban maksimal pada pelat beton dihitung berdasarkan langkah berikut :

$$M_{maks} = 3,695 \text{ kNm (Tabel 2)}$$

$$q_D = 0,94 \text{ N/mm (Tabel 2)}$$

$$= 0,94 \text{ kN/m}$$

$$q_L = 2,5 \text{ kN/m}^2 \text{ (beban hidup untuk bangunan kantor)}$$

Dihitung beban P_u dan beban q_u :

$$P_u = 1,2 \cdot P_D + 1,6 \cdot P_L$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0 + 1,6 \cdot P_L = 1,6 \cdot P_L$$

$$q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot 0 = 1,2 \cdot 0,94$$

$$= 1,13 \text{ kN/m}$$

Sehingga diperoleh persamaan :

$$M_{maks} = (1/4) \cdot P_u \cdot L + (1/8) \cdot q_u \cdot L^2$$

$$3,695 = 1/4 \cdot 1,6 \cdot P_L \cdot 0,9 + 1/8 \cdot 1,13 \cdot 0,9^2$$

$$0,36 \cdot P_L = 3,695 - 0,114$$

$$P_L = 3,581 / 0,36$$

$$= 9,947 \text{ kN}$$

Dihitung besarnya $q_{L, \text{pengujian}}$:

$$q_{L, \text{pengujian}} = \frac{P_L}{\text{Luas pelat beton}}$$

$$= 9,947 / (1 \times 0,5)$$

$$= 19,9 \text{ kN/m}^2 > q_L = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Jadi besarnya beban hidup maksimal

$q_{L, \text{pengujian}}$ pelat beton normal untuk benda uji I sebesar $19,9 \text{ kN/m}^2$ lebih besar dari beban hidup untuk bangunan kantor ($2,5 \text{ kN/m}^2$)

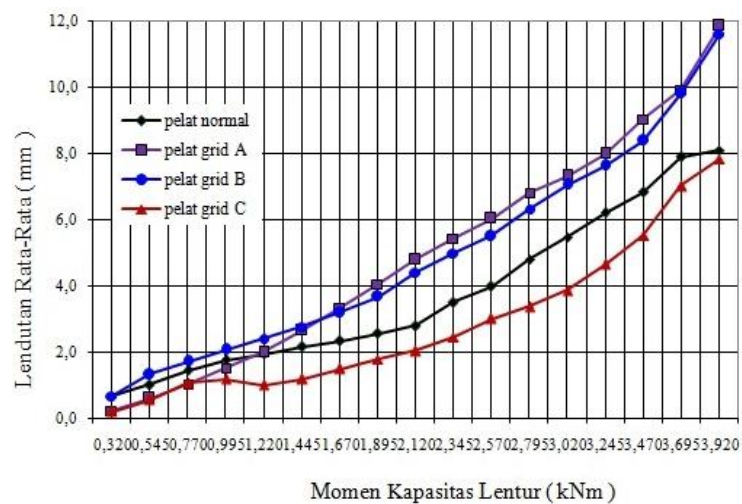
Hasil analisis teoritis momen kapasitas lentur pelat beton normal dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Beban hidup maksimum ($q_{L, \text{pengujian}}$) pelat beton

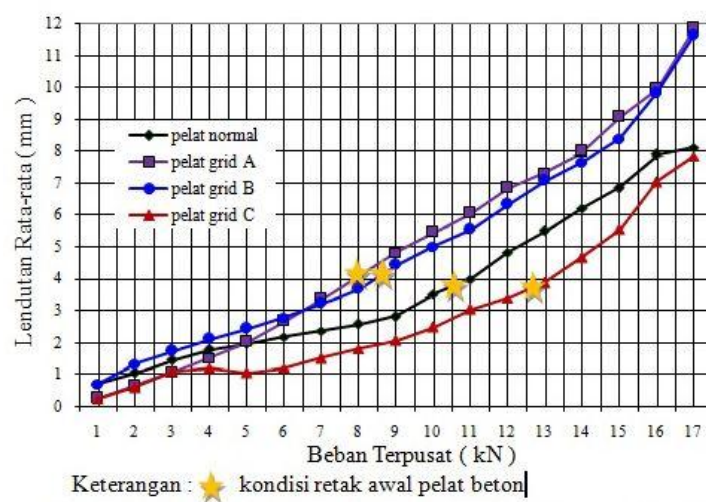
Variasi Benda Uji	q_D	L	Momen Maksimum pengujian (M_{maks})	Beban (P_L)	Luas pelat (A)	Beban hidup (q_L)	Beban hidup rata-rata (q_L)
	N/mm	m	kNm	kN	m ²	kN/m ²	kN/m ²
Pelat Normal	0,940	0,9	3,695	9,947	0,5	19,9	20,7
	0,940	0,9	3,920	10,572	0,5	21,1	
	0,937	0,9	3,920	10,572	0,5	21,1	
Pelat Grid A	0,611	0,9	3,887	10,591	0,5	21,2	19,9
	0,623	0,9	3,438	9,340	0,5	18,7	
	0,617	0,9	3,662	9,965	0,5	19,9	
Pelat Grid B	0,660	0,9	3,892	10,588	0,5	21,2	21,2
	0,670	0,9	3,893	10,587	0,5	21,2	
	0,662	0,9	3,892	10,588	0,5	21,2	
Pelat Grid C	0,755	0,9	3,695	9,947	0,5	19,9	20,7
	0,750	0,9	3,920	10,572	0,5	21,1	
	0,747	0,9	3,920	10,572	0,5	21,1	



Gambar 8. Pelat lantai beton setelah diuji kuat lentur



Gambar 9. Hubungan momen kapasitas lentur dengan lendutan rata-rata



Gambar 10. Hubungan beban terpusat dengan lendutan rata-rata pelat

Perhitungan Lendutan Maksimum

1. Hasil pengujian

Lendutan maksimum didapat dari pengujian kuat lentur pelat beton, dengan menempatkan dial alat pencatat lendutan (*dial gauge*) di atas benda uji pelat beton. Setiap penambahan beban 1 kN terjadi lendutan dengan satuan 1/100 mm. Mencatat setiap lendutan yang terjadi sampai beban maksimal yang mampu ditahan benda uji. Hasil pengujian lendutan maksimum dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7. di bawah hasil pengujian lendutan maksimum untuk pelat beton dengan variasi pelat beton normal adalah 8,397 mm. Untuk hasil pengujian lendutan maksimum pelat beton dengan variasi pelat beton grid A; pelat beton grid B; pelat beton grid C berturut – turut adalah 10,24 mm ; 11,623 mm ; 7,823 mm.

2. Hasil analisis teoritis

Pada perhitungan teoritis lendutan maksimum pelat beton, diperhitungkan 2 jenis

beban, yaitu beban terpusat P (oleh benda uji) dan beban terbagi rata q (oleh berat sendiri). Hasil analisis teoritis lendutan maksimum pelat beton dapat dilihat pada Tabel 8.

Dari Tabel 8. di bawah hasil analisis teoritis lendutan untuk pelat beton dengan variasi pelat normal adalah 0,58 mm. Untuk hasil analisis teoritis lendutan maksimum pelat beton dengan variasi pelat grid A; pelat grid B; pelat grid C berturut – turut adalah 1,17 mm ; 1,09 mm ; 0,98 mm.

3. Selisih hasil pengujian dan analisis teoritis

Berdasar hasil uji pengujian dan hasil analisis teoritis di atas terdapat perbedaan selisih nilai lendutan pelat beton di antara keduanya, maka dari itu perlu dicari selisih nilai dan persentase hasil pengujian dengan hasil analisis teoritisnya. Hasil selisih pengujian dan analisis pelat beton dengan variasi pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 7. Hasil pengujian lendutan maksimum pelat beton

Variasi benda uji	P maksimum (k N)	P maksimum rata-rata (kN)	Lendutan maksimum (mm)	Lendutan maksimum rata-rata (mm)
Pelat Normal	16	16,67	8,96	8,397
	17		7,77	
	17		8,46	
Pelat Grid A	17	16	11,85	10,24
	15		9,29	
	16		9,58	
Pelat Grid B	17	17	11,69	11,623
	17		11,43	
	17		11,75	
Pelat Grid C	17	16,67	7,86	7,823
	16		7,79	
	17		7,82	

Tabel 8. Hasil analisis teoritis lendutan pelat beton

Variasi benda uji	Kuat tekan beton (fc')	Panjang pelat (L)	Beban maksimum (P)	Berat mati (qD)	Beban hidup (qL)	Beban perlu (qU)	Momen Inersia transformasi (It)	Lendutan maksimum (Z)	Lendutan maksimum rata-rata (Z)
	N/mm ²	mm	kN	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	mm ⁴	mm	mm
Pelat Normal	25,559	900	16	0,940	2,5	5,13	21.581.451,75	0,56	0,58
	25,559	900	17	0,940	2,5	5,13	21.581.451,75	0,59	
	25,559	900	17	0,937	2,5	5,12	21.581.451,75	0,59	
Pelat Grid A	25,559	900	17	0,611	2,5	4,73	10.199.254,56	1,09	1,17
	25,559	900	15	0,623	2,5	4,75	10.199.254,56	1,09	
	25,559	900	16	0,617	2,5	4,74	10.199.254,56	1,09	
Pelat Grid B	25,559	900	17	0,660	2,5	4,79	11.536.085,90	0,99	1,09
	25,559	900	17	0,670	2,5	4,80	11.536.085,90	0,94	
	25,559	900	17	0,662	2,5	4,79	11.536.085,90	0,99	
Pelat Grid C	25,559	900	17	0,755	2,5	4,91	12.746.156,99	1,23	0,97
	25,559	900	16	0,750	2,5	4,90	12.746.156,99	1,11	
	25,559	900	17	0,747	2,5	4,90	12.746.156,99	1,17	

Tabel 9. Selisih lendutan hasil pengujian dan analisis

Variasi Benda Uji	Hasil pengujian (mm)	Hasil hitungan analisis (mm)	Selisih hasil (mm)	Persentase selisih (%)	Persentase selisih rata-rata (%)
Pelat Normal	8,96	0,56	8,40	93,76	93,07
	7,77	0,59	7,18	92,42	
	8,46	0,59	7,87	93,04	
Pelat Grid A	11,85	1,23	10,62	89,60	88,49
	9,29	1,11	8,18	88,08	
	9,58	1,17	8,41	87,79	
Pelat Grid B	11,69	1,09	10,60	90,66	90,61
	11,43	1,09	10,34	90,45	
	11,75	1,09	10,66	90,71	
Pelat Grid C	7,86	0,99	6,87	87,39	87,55
	7,79	0,94	6,85	87,93	
	7,82	0,99	6,83	87,33	

Dari Tabel 9. di atas diperoleh selisih hasil pengujian dan analisis untuk pelat beton dengan variasi pelat normal; pelat grid A; pelat grid B; pelat grid C berturut – turut adalah 93,07 % ; 88,49 % ; 90,61 % ; 87,55 %. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis di atas terdapat perbedaan selisih nilai lendutan pelat diantara keduanya. Lendutan hasil

pengujian laboratorium lebih besar dari pada hasil analisis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat lentur pelat beton pada umur 28 hari dengan

menggunakan tulangan kawat baja las (*wire mesh*), serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan rata – rata silinder beton untuk fas 0,5 dengan umur 28 hari adalah 25,559 MPa.
2. Beban terpusat maksimum rata – rata yang dapat ditahan pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 16,67 kN ; 16 kN ; 17 kN ; 16,67 kN. Pelat grid B dapat menahan beban terpusat yang lebih besar yaitu 17 kN dari pada pelat normal atau dengan pelat grid A dan pelat grid C.
3. Momen kapasitas lentur rata – rata pengujian laboratorium pada pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 3,845 kNm ; 3,662 kNm ; 3,892 kNm ; 3,826 kNm. Hasil laboratorium menunjukkan pelat grid B mempunyai momen kapasitas lentur yang lebih besar yaitu 3,892 kNm dari pada pelat normal, pelat grid A dan pelat grid C.
4. Momen kapasitas lentur rata – rata analisis teoritis pada pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 2,956 kNm ; 2,872 kNm ; 2,885 kNm ; 2,895 kNm. Hasil analisis menunjukkan pelat normal mempunyai momen kapasitas lentur yang lebih besar yaitu 2,956 kNm dari pada pelat grid A, pelat grid B, dan pelat grid C.
5. Persentase selisih momen kapasitas lentur rata – rata hasil uji laboratorium dan analisis untuk pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 23,06 % ; 21,38 % ; 25,88 % ; 24,26 %.
6. Beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) rata- rata pelat beton dengan variasi pelat beton normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut – turut adalah 20,7 kN/m² ; 19,9 kN/m² ; 21,2 kN/m² ; 20,7 kN/m². Hasil beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) lebih besar dari beban hidup maksimal untuk bangunan kantor ($q_{L,teoritis} = 2,5 \text{ kN/m}^2$).
7. Lendutan maksimum rata – rata pengujian laboratorium dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 8,397 mm ; 10,24 mm ; 11,623 mm ; 7,823 mm. Pelat grid B mempunyai lendutan yang lebih besar yaitu 11,623 mm dari pada pelat normal atau dengan pelat grid A atau dengan pelat grid C.
8. Lendutan maksimum rata – rata analisis teoritis dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 0,57 mm ; 1,14 mm ; 1,07 mm ; 0,95 mm. Pelat grid A mempunyai lendutan yang lebih besar yaitu 1,14 mm dari pada pelat normal atau dengan pelat grid B atau dengan pelat grid C.
9. Persentase selisih lendutan maksimum rata – rata hasil uji laboratorium dan analisis untuk pelat beton dengan variasi bentuk pelat normal ; pelat grid A ; pelat grid B ; pelat grid C berturut-turut adalah 93,23 % ; 88,77 % ; 90,82 % ; 87,84 %.
10. Nilai dari perbandingan beban hidup maksimal pengujian ($q_{L,pengujian}$) pelat beton normal dan pelat beton grid yang lebih besar dari beban hidup maksimal teoritis ($q_{L,teoritis}$) menandakan pelat beton normal dan pelat beton grid dengan tulangan *wire mesh* diameter 5,2 mm dapat direkomendasikan sebagai alternatif untuk pelat lantai beton sesuai dengan standar SNI.

Saran

Berdasarkan pengamatan selama pelaksanaan penelitian, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pelat beton dengan menggunakan tulangan kawat baja las (*wire mesh*) dengan bahan baku lainnya, agar diperoleh pelat beton dengan volume ringan dan mempunyai kekuatan yang besar untuk menahan beban yang dipikulnya.

2. Dalam penggunaan kawat baja las untuk penelitian pelat beton, perlu dilakukan pengukuran diameter kawat baja las (*wire mesh*) yang lebih teliti untuk keperluan hitungan analisis momen lentur pelat beton itu sendiri.
3. Perlu dicoba lakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan kawat baja las (*wire mesh*) dengan diameter lebih besar supaya didapatkan perbandingan yang tepat dan ekonomis.
4. Dalam penelitian ini, pembuatan begesting menggunakan kayu randu dan *sterofoam*. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat menggunakan pelat baja permanen supaya diperoleh hasil cetakan pelat beton yang sesuai dengan yang direncanakan dan didapatkan permukaan yang rata di setiap bagian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2007, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2009, *Struktur Beton Lanjut*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2010, *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (PUBI 1982)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bukan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, SK SNI S – 04 – 1989 – F, Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SK SNI T-15-1990-03, Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar*, SNI 1969:2008, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus*, SNI 1970:2008, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03* Departemen Pekerjaan Umum RI, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Endarto, Y., 2008, *Penggunaan Kawat Baja Las (Wire Mesh) Sebagai Penulangan Lantai Beton Tipis*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Puspantoro, Ing. B., 1993, *Teori Dan Analisis Balok Grid*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- PT Union Metal, 2013. *Union Wire Mesh*, www.unionmetal.co.id.
- Schodek, D.L., (Terjemahan Bambang Suryoatmono)., 1999. *Struktur*, Erlangga, Jakarta.
- Subakti, A. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*. FTSP, ITS, Surabaya.
- Sutiyono, A., 2008, *Tinjauan Kuat Lentur Plat Lantai Menggunakan Tulangan Wire Mesh Dengan Penambahan Polyvinil Acetat*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Nafiri. Yogyakarta.

